

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/007180

International filing date: 13 April 2005 (13.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-118346  
Filing date: 13 April 2004 (13.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 02 June 2005 (02.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2004年 4月13日

出願番号  
Application Number: 特願2004-118346

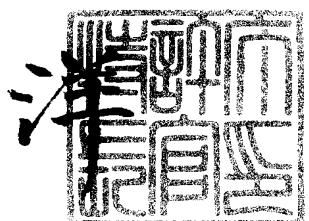
パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号  
The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人  
Applicant(s): 住友電工ハードメタル株式会社

2005年 5月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 10410021  
【提出日】 平成16年 4月13日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B23B 51/00  
B27C 3/00  
C23C 14/06  
C23C 16/30

【発明者】  
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内  
【氏名】 沖田 淳也

【発明者】  
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内  
【氏名】 岡田 吉生

【発明者】  
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内  
【氏名】 福井 治世

【発明者】  
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内  
【氏名】 大森 直也

【特許出願人】  
【識別番号】 503212652  
【氏名又は名称】 住友電工ハードメタル株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100100147  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 山野 宏

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 056188  
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0313726

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

基材表面の切削に関与する部位に被覆層を具える表面被覆エンドミルにおいて、前記被覆層は、基材上に形成される内層と、この内層上に形成される最外層からなり、前記内層は、

周期律表IVa、Va、VIA族金属、Al、Si、Bから選ばれる1種以上の第一元素と、B、C、N、Oから選ばれる1種以上の第二元素とからなる化合物からなり、

前記最外層は、

窒化アルミニウム又は炭窒化アルミニウムからなり、最外層中に窒素を0超0.5原子%以下含有することを特徴とする表面被覆エンドミル。

但し、内層において、第一元素がBのみの場合、第二元素は、B以外とする。

【請求項 2】

最外層は、更に酸素を含有することを特徴とする請求項1に記載の表面被覆エンドミル。

【請求項 3】

最外層の膜厚は、内層の合計膜厚の1/2以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の表面被覆エンドミル。

【請求項 4】

最外層の膜厚は、0.03μm以上8μm以下、被覆層全体の膜厚は、0.1μm以上24μm以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の表面被覆エンドミル。

【請求項 5】

最外層の膜硬度は、内層を構成する少なくとも一つの膜の硬度よりも低いことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の表面被覆エンドミル。

【請求項 6】

最外層において、刃先稜線部分近傍で被削材と接触する箇所の面粗さが、切削工具断面から観察する方法で測定される5μmに対してR<sub>max</sub>で1.3μm以下であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の表面被覆エンドミル。

【請求項 7】

基材のうち、切削に関与する部位は、WC基超硬合金、サーメット、高速度鋼、及び立方晶型窒化硼焼結体のいずれかから構成されることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の表面被覆エンドミル。

【請求項 8】

基材表面の切削に関与する部位に被覆層を具える表面被覆ドリルにおいて、

前記被覆層は、基材上に形成される内層と、この内層上に形成される最外層からなり、

前記内層は、

周期律表IVa、Va、VIA族金属、Al、Si、Bから選ばれる1種以上の第一元素と、B、C、N、Oから選ばれる1種以上の第二元素とからなる化合物からなり、

前記最外層は、

窒化アルミニウム又は炭窒化アルミニウムからなり、最外層中に窒素を0超0.5原子%以下含有することを特徴とする表面被覆ドリル。

但し、内層において、第一元素がBのみの場合、第二元素は、B以外とする。

【請求項 9】

最外層は、更に酸素を含有することを特徴とする請求項8に記載の表面被覆ドリル。

【請求項 10】

最外層の膜厚は、内層の合計膜厚の1/2以下であることを特徴とする請求項8又は9に記載の表面被覆ドリル。

【請求項 11】

最外層の膜厚は、0.03μm以上8μm以下、被覆層全体の膜厚は、0.1μm以上24μm以下であることを特徴とする請求項8～10のいずれかに記載の表面被覆ドリル。

## 【請求項 1 2】

最外層の膜硬度は、内層を構成する少なくとも一つの膜の硬度よりも低いことを特徴とする請求項8～11のいずれかに記載の表面被覆ドリル。

## 【請求項 1 3】

最外層において、刃先稜線部分近傍で被削材と接触する箇所の面粗さが、切削工具断面から観察する方法で測定される $5\mu\text{m}$ に対して $R_{\max}$ で $1.3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項8～12のいずれかに記載の表面被覆ドリル。

## 【請求項 1 4】

基材のうち、切削に関与する部位は、WC基超硬合金、サーメット、高速度鋼、及び立方晶型窒化硼素焼結体のいずれかから構成されることを特徴とする請求項8～13のいずれかに記載の表面被覆ドリル。

【書類名】明細書

【発明の名称】表面被覆エンドミル及び表面被覆ドリル

【技術分野】

【0001】

本発明は、基材表面に被覆層を具えるエンドミル及びドリルに関するものである。特に、優れた潤滑性を有することで切削抵抗を低下させて切屑の流出性を改善することができる表面被覆エンドミル及び表面被覆ドリルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、エンドミルは、各種金属材料の肩削り加工、面削り加工、溝削り加工に用いられる切削工具であり、ドリルは、穴あけ加工に用いられる切削工具である。これらエンドミルやドリルは、刃部を有するボディと呼ばれる部位と、駆動装置に装着されるシャンクと呼ばれる部位とを具える。ボディは、刃部と、刃部を支持すると共に切屑の流出を行う溝部が形成された支持部とが一体に形成された、いわゆるソリッドタイプのもの、支持部に刃部をロウ付けしたロウ付けタイプのもの、支持部に対して刃部が着脱自在なスローアウェイタイプのものがある。従来、ソリッドタイプでは、高速度工具鋼や超硬合金にて形成したボディが用いられており、ロウ付けタイプでは、超硬合金などの硬質材料にて形成した刃部を高速度工具鋼で形成した支持部にロウ付けしたボディが用いられている。

【0003】

近年、切削加工の高能率化、高精度化の要求を満たすために、新しい切削工具材料が次々と開発されている。このような材料開発の流れの中で、工具基材の表面にセラミックスからなる被覆層を施すセラミックスコーティング技術は、旋削加工やフライス加工などに用いられるスローアウェイチップに欠かせない技術となっているだけでなく、エンドミルやドリルで多用されているソリッドタイプやロウ付けタイプの工具においても、一般的にならってきている。

【0004】

上記セラミックスコーティングにより、切削工具の表面硬度や耐熱性などを向上し、高速、高送りといった高速高能率加工の要求に対応している。また、上記高速高能率加工に加え、最近は、地球環境保護のために切削油を極端に減らしたミスト加工法、或いは切削油を使用しないドライ加工法が注目されている。これらの加工法に対応するべく、耐溶着性に優れる被覆層や切粉すべり機能を有する被覆層を具えるスローアウェイチップや(特許文献1、2参照)、潤滑性を有するCrN膜を被覆したドリルが提案されている(特許文献3参照)。その他、放熱性などの特性を向上するべく、窒化アルミニウムからなる被覆層を有する切削工具が提案されている(特許文献4~10参照)。

【0005】

- 【特許文献1】特開平10-158861号公報
- 【特許文献2】特開2003-225808号公報
- 【特許文献3】特開2003-275911号公報
- 【特許文献4】特公昭59-27382号公報
- 【特許文献5】特許第2861113号公報
- 【特許文献6】特開2002-273607号公報
- 【特許文献7】特開2002-263933号公報
- 【特許文献8】特開2002-263941号公報
- 【特許文献9】特開2003-19604号公報
- 【特許文献10】特開2003-25112号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記従来の切削工具ではいずれも、特に、ミスト加工や切削油を用いないドライ加工において潤滑機能が不十分であるため、工具寿命が短くなってしまい、潤滑性

を向上させて、工具寿命をより長くすることが望まれている。特に、エンドミルやドリルでは、ボディに形成された溝部を通って切屑を流出するため、切屑の流出性を高めるべく、潤滑性に優れることが重要である。また、高い流出性が望まれる深穴あけ加工や、溶着が起こり易い材料の加工などを行う際には、潤滑性に優れることが望まれる。

#### 【0007】

そこで、本発明の主目的は、潤滑性を改善して工具寿命がより長い表面被覆エンドミル及び表面被覆ドリルを提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

本発明は、切削時、被削材と最初に接触する最外層に潤滑性を付与するべく、最外層の組成を規定し、特定の元素を含有させると共に、耐摩耗性、耐欠損性の向上を図るべく、内層の組成を規定することで上記目的を達成する。

#### 【0009】

即ち、本発明は、基材表面に被覆層を具える表面被覆エンドミルであって、前記被覆層は、基材上に形成される内層と、この内層上に形成される最外層とからなり、最外層及び内層は、以下を満たすものとする。

#### <内層>

周期律表IVa、Va、Vla族金属、Al、Si、Bから選ばれる1種以上の第一元素と、B、C、N、Oから選ばれる1種以上の第二元素とからなる化合物からなる(但し、第一元素がBのみの場合、第二元素は、B以外とする)

#### <最外層>

窒化アルミニウム又は炭窒化アルミニウムからなり、最外層中に塩素を0超0.5原子%以下含有する

#### 【0010】

また、本発明は、基材表面に被覆層を具える表面被覆ドリルであって、前記被覆層は、基材上に形成される内層と、この内層上に形成される最外層とからなり、最外層及び内層は、以下を満たすものとする。

#### <内層>

周期律表IVa、Va、Vla族金属、Al、Si、Bから選ばれる1種以上の第一元素と、B、C、N、Oから選ばれる1種以上の第二元素とからなる化合物からなる(但し、第一元素がBのみの場合、第二元素は、B以外とする)

#### <最外層>

窒化アルミニウム又は炭窒化アルミニウムからなり、最外層中に塩素を0超0.5原子%以下含有する

#### 【0011】

本発明者らは、ミスト加工やドライ加工、深穴あけ加工や高溶着被削材の切削加工などといった厳しい環境下となる加工であっても、工具寿命をより長くすることができるよう、被覆層の特性を改善すると共に、被覆層の相互の関連性について鋭意検討した。その結果、潤滑性に優れる膜を最外層とすると共に、特定組成の膜にて内層を構成する事が、工具寿命の延命に効果的であるとの知見を得た。具体的には、上記のように特定量の塩素を含む窒化系アルミニウムからなる膜を最外層とすることで、ドライ加工や深穴あけ加工などといった切削加工であっても、潤滑性を持たせることができ、結果的に耐溶着性を向上させて、被覆層の剥離を防止することができる。また、潤滑性に優れることで、工具に加えられる切削抵抗を低下させることができ、切屑の排出性、耐折損性を高めると共に、特定組成の膜で内層を構成することで、耐摩耗性、耐チッピング性、耐欠損性をも向上することができる。更に、上記潤滑性に優れる被覆層を具えることで、製品の品位に關しても、例えは、穴真円度が向上するなど、高品位で高精度な被削材製品を得ることができるとの知見も得た。これらの知見に基づき、本発明を規定する。

#### 【0012】

上記のように工具寿命を向上できた理由は、現段階において以下のように考えられる。

窒化系アルミニウムからなる膜は、そもそも熱的安定性と潤滑性とを有している。また、このような膜に特定量の塩素を含有させることで、切削に関与する部位、具体的には刃部及び溝部の工具表面と切屑との間の摩擦係数が低下されると考えられる。その結果、切刃近傍において、切屑の生成に必要な仕事量が低下すると共に、切屑の排出性が良好となり、ドライ加工や深穴あけ加工、高溶着性被削材の加工などといった切削加工に対しても十分な寿命が得られ、かつ被削材の品位、加工精度も向上できたと考えられる。また、特定量の塩素を含有させることで摩耗係数の低下を実現することに加えて、ドライ加工や深穴あけ加工などの刃先が高温、高圧になり易い加工において、工具表面に保護被膜を形成し易くなり、この保護被膜により、潤滑性を高めることが可能となり、工具の耐溶着性を向上させることができたと考えられる。更に、特定組成からなる膜にて内層を形成することで、耐摩耗性を損なうことなく、潤滑性と耐摩耗性との双方に優れる工具とすることができたと考えられる。以下、本発明をより詳しく説明する。

#### 【0013】

(被覆層)

<最外層>

本発明において、切削時、被削材に最初に接触する最外層は、窒化アルミニウム又は炭窒化アルミニウムといったアルミニウム化合物からなるものとする。そして、本発明では、この窒化系アルミニウムからなる膜に塩素を含有させる。具体的には、最外層中に0超0.5原子%以下の塩素を含有させる。最外層に0.5原子%以下の塩素を含有することで、高温での切削環境下において保護被膜を形成することができ、潤滑性の向上を図ることができる。0.5原子%を超えて塩素を含むと、被覆層の強度が極端に落ち、最外層を形成する膜が容易に剥離してしまう。また、塩素を全く含有させないと、上記のように保護被膜の形成がなされない。特に好ましい塩素含有量は、0.07原子%以上0.3原子%以下である。最外層に0超0.5原子%以下の塩素を含ませる方法としては、上記窒化系アルミニウムからなる膜の形成に熱CVD法、プラズマCVD法といった化学的蒸着法(CVD法)を利用する場合、反応ガスに塩素含有ガス、例えば、塩化水素(HCl)を用いることが挙げられる。このとき、塩化水素の含有量は、反応ガス全体を100容量%として、0超5.0容量%未満、特に、1.0容量%以下とすることが挙げられる。また、窒化系アルミニウムからなる膜の形成にアーカ式イオンプレーティング法、マグネトロンスパッタ法といった物理的蒸着法(PVD法)を利用する場合、膜形成後、イオン注入法により塩素イオンを注入することが挙げられる。このとき、注入量を適宜調整することで、最外層中の塩素の含有量を調整するとよい。

#### 【0014】

上記最外層は、更に酸素を含有していてもよい。即ち、最外層は、窒化アルミニウム、炭窒化アルミニウムだけでなく、窒酸化アルミニウム、炭窒酸化アルミニウムからなる膜としてもよい。酸素を含有させることで、保護被膜をより形成し易くなる。

#### 【0015】

このような最外層は、その膜厚を後述する内層の合計膜厚の1/2以下とすることが好ましい。このとき、被覆層は、保護被膜の形成機能といった潤滑機能と耐摩耗性とをバランスよく具えることができる。1/2超とすると、最外層が厚くなることで、潤滑性に優れるものの摩耗し易くなるため、工具寿命を短くする恐れがある。特に、最外層の膜厚は、0.03μm以上8μm以下が好ましい。0.03μm未満では、十分な潤滑機能が得られにくく、8μm超では、上記と同様に内層よりも最外層の方が厚くなって、耐摩耗性を低下させ易い。膜厚の測定は、例えば、被覆層を具えるスローアウェイチップを切断し、その断面をSEM(走査型電子顕微鏡)を用いて観察して求めることが挙げられる。

#### 【0016】

この最外層において、刃先棱線部分近傍で被削材と接触する箇所の面粗さは、切削工具断面から観察する方法で測定される5μmに対してR<sub>max</sub>で1.3μm以下であることが好ましい。本発明者らが調べたところ、最外層において上記接触する箇所の表面粗さが1.3μmより粗くなると、被削材の溶着が発生し易くなり、潤滑効果が発揮しにくくなることが判った。この面粗さは、最外層成膜後、基材を切断してその断面をラッピングし、金属顕微鏡や

電子顕微鏡などで膜表面の凹凸状況を基準長さ $5\mu\text{m}$ の範囲で観察した際の最大面粗さ( $R_{\text{max}}$ )とし、巨視的なうねりなどは排除する。また、この面粗さは、成膜条件によってある程度制御することができる。例えば、成膜温度を高温にするほど、結晶組織が粗くなるため、引いては膜表面の面粗度が粗くなる。そこで、成膜温度を低めにすることが挙げられる。このように特に成膜後、特別な処理を施すことなく成膜完了状態において $R_{\text{max}}$ で $1.3\mu\text{m}$ 以下とすることができるが、成膜後に、例えば、バフ、ブラシ、バレルや弾性砥石などによる研磨を施したり、マイクロブラスト、ショットピーニング、イオンビーム照射による表面改質を行うことによって、面粗さを変化させることも可能である。

### 【0017】

#### ＜内層＞

本発明において内層は、周期律表IVa、Va、VIa族金属、Al、Si、Bから選ばれる1種以上的第一元素と、B、C、N、Oから選ばれる1種以上の第二元素とからなる化合物からなるものとする(但し、第一元素がBのみの場合、第二元素は、B以外とする)。特に、TiCN、TiN、TiBN、TiCNOなどのTiを含む化合物膜やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やZrO<sub>2</sub>などの酸化物膜は、耐摩耗性に優れて好ましい。また、TiNは、基材との密着性が高いため、最内層とすることが好ましい。このような内層は、単一の膜でもよいし、複数の膜から構成してもよい。内層を複数の膜にて構成する場合、各膜の組成や組織を異ならせるとよい。また、内層は、熱CVD法、プラズマCVD法などのCVD法、アーケ式イオンプレーティング法、マグнетロンスパッタ法などのPVD法のいずれで形成してもよい。公知の条件にて形成してもよい。

### 【0018】

上記最外層及び内層からなる被覆層全体の膜厚は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $24\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。被覆層全体の膜厚が $0.1\mu\text{m}$ 未満の場合、耐摩耗性が損なわれ易い。 $24\mu\text{m}$ 超の場合、被覆層が厚くなることで耐摩耗性の向上は実現できるが、耐剥離性や耐欠損性が損なわれ、チッピングが多発して安定した加工が困難になり易い。

### 【0019】

上記最外層は、内層を構成する少なくとも一つの膜よりも、膜硬度が低いことが好ましい。即ち、内層には、最外層よりも膜硬度が高い膜をえることが好ましい。最外層の膜硬度が低いことで、切削初期に工具が被削材に食いつく際に生じる欠損や、断続切削による欠損などを防止することができ、安定した加工が可能となる。膜硬度は、膜組成により変化させるほか、成膜条件によって膜の組織構造を変化させることにより変化させることができる。膜組成が同じ場合、膜の組織構造が微粒であるほど、膜硬度が高くなる傾向にある。各膜の硬度の測定は、被覆層をえるエンドミル又はドリルを切断し、その断面において行うとよい。

### 【0020】

上記被覆層は、少なくとも基材表面の切削に関与する部位に被覆する。図1(A)は、エンドミルの概略を示す正面図、(B)はドリルの概略を示す正面図である。切削に関与する部位とは、刃部と支持部とからなる通常ボディと呼ばれる部分が挙げられる。具体的には、エンドミルの場合、図1(A)に示すように実際の切削にかかわる端面(底刃1)及び側面(外周刃2)といった刃部、切屑が接触する溝部3が挙げられる。ボディだけでなく、端面から溝部が形成されるボディ4から、駆動装置に装着されるシャンク5と呼ばれる部分に亘り被覆層を設けてもよい。ドリルの場合、切削に関与する部位として、実際の切削にかかわる先端部6の表面、切屑が接触する溝部(フルート部)7が挙げられる。ドリルの場合も、ボディ8だけでなく、先端部及び溝部が形成されているボディ8から、駆動装置に装着されるシャンク9に亘り被覆層を設けてもよい。被覆層を設けない部分は、膜形成時に、適宜マスキングしたり、一旦膜を形成した後、研磨などにより膜を取り除くとよい。

### 【0021】

また、切削に関与する部位の表面に上記最外層及び内層からなる被覆層を成膜後、従来と同様に切刃稜線部に研磨処理などの表面処理を施してももちろんよい。本発明エンドミル、ドリルは、このような表面処理によって被覆層の特性を著しく損なうことはない。

### 【0022】

## 【基材】

本発明において基材のうち、切削に関与する部位は、WC基超硬合金、サーメット、高速度鋼、及び立方晶型窒化硼素焼結体のいずれかから構成されるものを利用する好ましい。WC基超硬合金、サーメットからなる基材を利用する場合、WC以外の硬質相が消失したいわゆる脱 $\beta$ 相、硬質相が消失して結合相に富むバインダー富化層、結合相を低減させた表面硬化層といった表面改質層が基材のうち、切削に関与する部位の表面に存在しても本発明の効果は認められる。

## 【0023】

本発明は、刃部を支持体に着脱可能なスローアウェイタイプ(刃先交換タイプ)ではなく、刃部と支持部とが一体に焼結又は形成されたタイプ、いわゆるソリッドタイプ、或いは支持部に刃部をロウ付けするロウ付けタイプのエンドミル、ドリルを対象とする。ロウ付けタイプの場合、上記被覆層は、比較的成膜温度が低いPVD法にて形成することが好ましい。一方、ソリッドタイプの場合、上記被覆層の形成は、PVD法でもよいし、比較的成膜温度が高いCVD法でもよい。

## 【発明の効果】

## 【0024】

以上説明したように本発明表面被覆エンドミル、表面被覆ドリルによれば、特定の被覆層を具えることで、潤滑性に優れると共に、耐摩耗性、耐剥離性、耐欠損性、耐折損性にも優れる。従って、ドライ加工や深穴あけ加工、高溶着性被削材の加工などといった切削条件の厳しい使用環境下であっても、優れた切削性能を有し、工具寿命をより延命化することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0025】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

## 【実施例1】

## 【0026】

以下、エンドミルを例にとって具体的に説明する。

### (試験例1-1)

JIS Z20種相当の超硬合金製 $\phi 10\text{mm}$ ；2枚刃スクエア型エンドミル基材(ソリッドタイプエンドミル)を準備し、この基材のうち、切削に関与する部位(ボディ)の表面に化学的蒸着法である熱CVD法を用いて被覆層を形成した。本試験では、基材側から順に、内層として、TiN(0.5)、TiCN(4)、TiBN(0.5)、 $\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ (1)を形成し、最外層としてAlN(1.5)を形成した(括弧内の数値は膜厚である(単位 $\mu\text{m}$ ))。表1に各膜の成膜条件、具体的には反応ガスの組成(容量%)、成膜時の圧力(kPa)、成膜温度( $^{\circ}\text{C}$ )を示す。膜厚は、成膜時間により調整した。そして、最外層を形成するAlN膜は、表1に示すように成膜条件を変化することで、塩素含有量が異なる試料を作製した。表2に最外層の塩素含有量を示す。具体的には、最外層中に0超0.5原子%以下の塩素を含有するもの、同0.5原子%超の塩素を含有するもの、同塩素を含有しないものを作製した。塩素の含有量は、表1に示すように反応ガスのうち塩化水素(HCl)の比率を変化させることで変化させた。また、塩化水素の量により、適宜成膜時の圧力、成膜温度を変化させた。更に、最外層中に0超0.5原子%以下の塩素を含有する試料において、最外層の刃先稜線部分近傍で被削材と接触する箇所の面粗さを調べたところ、いずれも工具断面から観察する方法によって測定される基準長さ $5\mu\text{m}$ に対して $R_{\text{max}}$ で $1.3\mu\text{m}$ 以下であった。具体的には、例えば、試料1-2では $0.6\mu\text{m}$ であった。塩素の含有量は、XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)にて測定したが、組成の確認は、透過電子顕微鏡に併設の微小領域EDX(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)分析や、SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry)によってもできる。また、試料ごとに各膜のヌープ硬度を調べたところ、最外層であるAlN膜は、内層のTiCN膜よりも低いことを確認した。

## 【0027】

【表 1】

被覆層	反応ガス組成 (容量%)	圧力 (kPa)	温度 (°C)
AlN <sup>※1</sup>	AlCl <sub>3</sub> :1.0~5.0%、NH <sub>3</sub> :0.1~5.0%、N <sub>2</sub> :20~50%、HCl:0.01~1.0%、H <sub>2</sub> :残	4.0~80	750~980
AlCN <sup>※1</sup>	AlCl <sub>3</sub> :1.0~5.0%、NH <sub>3</sub> :0.1~5.0%、N <sub>2</sub> :20~50%、CH <sub>4</sub> :0.5~5.0%、HCl:0.01~1.0%、H <sub>2</sub> :残	4.0~80	750~980
AlON <sup>※1</sup>	AlCl <sub>3</sub> :1.0~5.0%、NH <sub>3</sub> :0.1~5.0%、N <sub>2</sub> :20~50%、CO <sub>2</sub> :0.2~3.0%、HCl:0.01~1.0%、H <sub>2</sub> :残	4.0~80	750~980
AlN <sup>※2</sup>	AlCl <sub>3</sub> :1.5%、NH <sub>3</sub> :1.0%、N <sub>2</sub> :40%、H <sub>2</sub> :残	5.0	1000
AlN <sup>※3</sup>	AlCl <sub>3</sub> :1.5%、NH <sub>3</sub> :3.0%、N <sub>2</sub> :40%、HCl:5.0%、H <sub>2</sub> :残	13.3	950
AlON <sup>※2</sup>	AlCl <sub>3</sub> :1.5%、NH <sub>3</sub> :6.0%、N <sub>2</sub> :40%、CO <sub>2</sub> :1.0%、H <sub>2</sub> :残	6.8	1100
TiN	TiCl <sub>4</sub> :2.0%、N <sub>2</sub> :25%、H <sub>2</sub> :残	13.3	950
TiC	TiCl <sub>4</sub> :2.0%、CN <sub>4</sub> :5%、H <sub>2</sub> :残	13.3	1050
TiCN	TiCl <sub>4</sub> :2.0%、CH <sub>3</sub> CN:0.6%、N <sub>2</sub> :20%、H <sub>2</sub> :残	6.7~80	800~950
ZrCN	ZrCl <sub>4</sub> :1.0%、CH <sub>3</sub> CN:0.6%、N <sub>2</sub> :35%、H <sub>2</sub> :残	6.7	890
TiZrCN	TiCl <sub>4</sub> :1.5%、ZrCl <sub>4</sub> :1.0%、CH <sub>3</sub> CN:1.0%、N <sub>2</sub> :45%、H <sub>2</sub> :残	6.7	975
TiCNO	TiCl <sub>4</sub> :2.0%、CO <sub>2</sub> :2.5%、N <sub>2</sub> :8%、H <sub>2</sub> :残	6.7	975
TiBN	TiCl <sub>4</sub> :2.0%、BCl <sub>3</sub> :5.0%、N <sub>2</sub> :5.0%、H <sub>2</sub> :残	13.3	950
HfCN	HfCl <sub>4</sub> :1.0%、CH <sub>3</sub> CN:1.2%、N <sub>2</sub> :40%、H <sub>2</sub> :残	6.7	1025
$\alpha$ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> :2.0%、H <sub>2</sub> S:0.3%、CO <sub>2</sub> :5.0%、H <sub>2</sub> :残	6.7	1050
$\kappa$ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> :2.0%、CO <sub>2</sub> :5.0%、CO:0.5%、H <sub>2</sub> :残	6.7	1000
ZrO <sub>2</sub>	ZrCl <sub>4</sub> :2.0%、CO <sub>2</sub> :7.0%、H <sub>2</sub> :残	6.7	1050
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub> :1.5%、ZrCl <sub>4</sub> :0.3%、CO <sub>2</sub> :9.0%、H <sub>2</sub> :残	13.3	1070

※1: 塩素含有量が0超0.5原子%以下のもの

※2: 塩素を含まないもの

※3: 塩素含有量が0.5原子%超のもの

【0028】

【表 2】

試料 No.	最外層	塩素含有量 原子%
1-1	AlN <sup>※1</sup>	0.03
1-2	AlN <sup>※1</sup>	0.18
1-3	AlN <sup>※1</sup>	0.48
1-4	AlN <sup>※2</sup>	0
1-5	AlN <sup>※3</sup>	0.98

【0029】

表2に示す最外層を有する表面被覆エンドミルを用いて、表3に示す切削条件にて切削性能を調べてみた。切削条件1では、一定加工長(150mm)での摩耗量を測定した。本試験では、外周刃における逃げ面摩耗量(μm)を測定した。切削条件2では、一定の穴加工(Φ10mm)を行い、穴加工時に加わったトルク値を測定すると共に、穴加工後に一定の溝加工(50mm)に移行した際の状況を調べてみた。試験の結果を表4に示す。

【0030】

【表3】

切削条件1	切削条件2
側面加工	10mm 穴加工後、50mm 溝加工
被削材: S50C	被削材: SKD11
速度: $V=300\text{m/min}$	速度: $V=80\text{m/min}$
1刃当たり送り: $f_t=0.1\text{mm}$	送り: 穴加工 $0.07\text{mm/rev.}$ , 溝加工 $0.15\text{mm/t}$ (1刃当たり)
軸方向切込み: $Ad=8\text{mm}$	
半径方向切込み: $Rd=0.5\text{mm}$	
切削油: なし	切削油: なし
加工距離: 150m	

【0031】

【表4】

試料 No.	切削条件1	切削条件2
	逃げ面摩耗量 (外周刃 $\mu\text{m}$ )	最大トルク値 (N・cm)
1-1	55	610
1-2	31	410
1-3	42	550
1-4	92	1050 (溝加工にて折損)
1-5	115 (チップ発生)	1120 (溝加工にて折損)

【0032】

その結果、表4に示すように最外層として、0超0.5原子%以下の塩素を含む窒化アルミニウム膜を具え、特定組成の内層を具える試料1-1～1-3は、摩耗量が少なく、ドライ加工であっても、優れた潤滑性を発揮して、切削抵抗を下げることで耐欠損性を向上していることがわかる。また、これらの試料1-1～1-3は、潤滑性に優れた被覆層を具えることで、切屑の流出性が良好であり、その結果トルク値の上昇が抑えられて耐折損性が向上され、問題なく加工することができた。これに対し、試料1-4、1-5では、トルク値が増大し、溝加工に移る際、折損が生じた。更に、これらの試料1-1～1-3は、耐溶着性にも優れ、被覆層の剥離などが生じた。これらのことから、試料1-1～1-3は、工具寿命の延命化を実現できることがわかる。

【0033】

(試験例1-2)

試験例1で用いた超硬合金製エンドミル基材と同様のものを用意し、切削に関与する部位の表面に熱CVD法を用いて表1に示す成膜条件(ガス組成、圧力、温度)で被覆層を形成した。表5に被覆層の組成、膜厚、被覆層全体の膜厚(全膜厚)を示す。なお、表5において、基材に近い方から順に、第一膜、第二膜…としている。

【0034】



### 【0035】

表5に示す被覆層を有する表面被覆エンドミルを用いて、以下に示す切削条件にて側面加工を行い、一定加工長(100m)での摩耗量を測定した。本試験では、外周刃における逃げ面摩耗量( $\mu\text{m}$ )を測定した。試験の結果も表5に示す。

### 【0036】

エンドミル 側面加工

被削材: SUS304

速 度:  $V = 130\text{m/min}$

1刃当たり送り:  $ft = 0.03\text{mm}$

軸方向切込み:  $Ad = 8\text{mm}$

半径方向切込み:  $Rd = 0.16\text{mm}$

切削油: なし

加工距離: 100m

### 【0037】

その結果、表5に示すように特定量の塩素を含有する窒化系アルミニウム膜を最外層とし、特定組成の膜からなる内層に見える試料2-1～2-12、2-16～2-19、2-22、2-23は、潤滑性に優れると共に、優れた耐摩耗性を有することがわかる。

### 【0038】

また、表5に示す結果から、最外層は、 $0.03\mu\text{m}$ 以上、全体膜厚は $0.1\mu\text{m}$ 以上 $24\mu\text{m}$ 以下が好ましいことがわかる。更に、最外層は、内層の合計厚みの $1/2$ 以下が好ましいことがわかる。

### 【0039】

上記試料2-1～2-23の全てのエンドミルを切断し、最外層において、外周刃の刃先稜線部近傍で被削材と接触する箇所の面粗さを基準長さ $5\mu\text{m}$ で測定した結果、試料2-22を除くすべてのエンドミルが $R_{\max}$ で $1.3\mu\text{m}$ 以下となっていたが、試料2-22は $R_{\max}$ で $1.7\mu\text{m}$ であった。そこで、試料2-22の最外層において外周刃の刃先稜線部近傍で被削材と接触する箇所を#1500のダイヤモンドペーストで研磨して、同様の方法で研磨後の面粗さを測定したところ、 $R_{\max}$ で $0.52\mu\text{m}$ となっていた。この研磨したエンドミルを用いて同じ切削条件で側面加工を行った結果、逃げ面摩耗量は $65\mu\text{m}$ となった。これは、刃先稜線部近傍において被削材と接触する箇所の凹凸が減り、切削抵抗が下がったためであると考えられる。また、試料2-1において同様に面粗さを測定したところ、 $R_{\max}$ で $0.9\mu\text{m}$ であったが、上記と同様に方法で刃先を研磨し、再度切削すると逃げ面摩耗量は $35\mu\text{m}$ となり、大幅に改善された。

### 【0040】

更に、上記試料2-1～2-23において、被覆層を構成する各膜の硬度を測定したところ、試料2-23を除く全てのチップで最外層の膜硬度が内層の少なくとも1膜よりも低くかったが、試料2-23は、最外層の膜硬度が内層の膜硬度よりも高かった。このため、試料2-23は、切削性能が低下したと考えられる。

### 【0041】

(試験例1-3)

基材を下記に変えて、表5の試料2-2、2-13と同様の組成の被覆層を公知のPVD法にて形成した後、イオン注入法を用いて塩素を最外層に含有させた表面被覆エンドミルを作製し、試験例1-2と同様の切削条件で側面加工を実施した。いずれも被覆層は、切削に関与する部位に形成した。また、試料2-2の被覆層を形成した試料にはいずれも、最外層の塩素の含有量を $0.2$ 原子%とした。

1 JIS Z20種相当の超硬合金製のロウ付けエンドミル基材(刃部が超硬合金製)

2 JIS規格: P20サーメット製 $\phi 10\text{mm}$ ; 2枚刃スクエア型エンドミル基材

3 立方晶型窒化硼素製(住友電工ハードメタル(株)製 BN300)のロウ付けボールミル基材(刃部が立方晶型窒化硼素製)

その結果、試料2-2の被覆層を形成した表面被覆エンドミルはいずれも、潤滑性に優れ

ると共に、耐摩耗性に優れ、従来品である試料2-13の被覆層を具えるエンドミルと比較して、2倍以上の工具寿命が得られたことが確認できた。

### 【実施例2】

#### 【0042】

以下、ドリルを例にとって具体的に説明する。

##### (試験例2-1)

JIS K10種相当の超硬合金製φ8mm；ソリッドドリル基材を準備し、この基材のうち、切削に関与する部位(ボディ)の表面に化学的蒸着法である熱CVD法を用いて表1に示す成膜条件により被覆層を形成した。本試験では、基材側から順に、内層として、TiN(0.5)、TiCN(4)、TiBN(0.5)、 $\kappa$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(1)を形成し、最外層としてAlN(1.5)を形成した(括弧内の数値は膜厚である(単位μm))。膜厚は、成膜時間により調整した。そして、最外層を形成するAlN膜は、表1に示すように成膜条件を変化させることで、塩素含有量が異なる試料を作製した。表6に最外層の塩素含有量を示す。具体的には、最外層中に0超0.5原子%以下の塩素を含有するもの、同0.5原子%超の塩素を含有するもの、同塩素を含有しないものを作製した。塩素の含有量は、表1に示すように反応ガスのうち塩化水素(HCl)の比率を変化させることで変化させた。また、塩化水素の量により、適宜成膜時の圧力、成膜温度を変化させた。更に、最外層中に0超0.5原子%以下の塩素を含有する試料において、最外層の刃先稜線部分近傍で被削材と接触する箇所の面粗さを調べたところ、いずれも工具断面から観察する方法によって測定される基準長さ5μmに対してR<sub>max</sub>で1.3μm以下であった。具体的には、例えは、試料3-2では0.6μmであった。塩素の含有量は、XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)にて測定した。また、試料ごとに各膜のヌープ硬度を調べたところ、最外層であるAlN膜は、内層のTiCN膜よりも低かった。

#### 【0043】

##### 【表6】

試料No.	最外層	塩素含有量 原子%
3-1	AlN ※1	0.03
3-2	AlN ※1	0.18
3-3	AlN ※1	0.48
3-4	AlN ※2	0
3-5	AlN ※3	0.98

#### 【0044】

表6に示す最外層を有する表面被覆ドリルを用いて、表7に示す切削条件にて切削性能を調べてみた。切削条件3では、工具折損までの加工穴数を調べた。切削条件4では、穴の真円度を調べた。試験の結果を表8に示す。

#### 【0045】

##### 【表7】

切削条件3	切削条件4
ドリル穴あけ加工(貫通穴) 被削材：SCM440 速度：V=70m/min 送り：f=0.3mm/rev. 穴深さ：40mm(L/D=5) 切削油：なし(外部アプロ-)	ドリル穴あけ加工(止まり穴) 被削材：NAK80 速度：V=70m/min 送り：f=0.25mm/rev. 穴深さ：40mm(L/D=5) 切削油：水溶性

#### 【0046】

【表8】

試料 No.	切削条件3	切削条件4
	折損までの 穴あけ個数	穴入り口の 真円度(μm)
3-1	500以上 (折損せず)	3.5
3-2	500以上 (折損せず)	2.1
3-3	500以上 (折損せず)	2.8
3-4	285	13.8
3-5	182	15.9

## 【0047】

その結果、表8に示すように最外層として、0超0.5原子%以下の塩素を含む窒化アルミニウム膜を具え、特定組成の内層を具える試料3-1～3-3は、切屑の流出性に優れると共に、切れ刃の損傷が小さく切れ味が長期に亘り維持されるため、折損に至るまでの加工数が大幅に延長されていた。このことから、工具寿命が延長されていることがわかる。また、これらの試料3-1～3-3は、加工穴の真円度も高く、高精度な加工が可能であることがわかる。更に、これらの試料3-1～3-3は、耐溶着性にも優れ、被覆層の剥離などが生じなかった。

## 【0048】

(試験例2-2)

試験例2-1で用いた超硬合金製ドリル基材と同様のものを用意し、切削に関与する部位の表面に熱CVD法を用いて表1に示す成膜条件(ガス組成、圧力、温度)で表5に示す被覆層と同様に形成した。

## 【0049】

表5に示す被覆層を有する表面被覆ドリルを用いて、以下に示す切削条件にて穴あけ加工を行い、工具寿命となるまでの加工穴数を測定した。工具寿命は、先端部の切刃の逃げ面摩耗量が $0.3\mu\text{m}$ にとなったとき、又は折損などによりそれ以上加工ができなくなったときとした。試験の結果を表9に示す。

## 【0050】

ドリル 穴あけ加工(止まり穴)  
被削材: S50C  
速度:  $V=100\text{m/min}$   
送り:  $f=0.2\text{mm/rev.}$   
穴深さ: 24mm( $L/D=3$ )  
切削油: エアブロー

## 【0051】

【表9】

試料No.	膜構造	寿命までの加工穴数	試料No.	膜構造	寿命までの加工穴数
4-1	2-1	3500	4-13	2-13	600
4-2	2-2	4500	4-14	2-14	790
4-3	2-3	5500	4-15	2-15	800
4-4	2-4	4000	4-16	2-16	1260
4-5	2-5	5000	4-17	2-17	1120
4-6	2-6	4000	4-18	2-18	1310
4-7	2-7	3500	4-19	2-19	1500
4-8	2-8	4000	4-20	2-20	800
4-9	2-9	4500	4-21	2-21	520
4-10	2-10	5500	4-22	2-22	1190
4-11	2-11	3500	4-23	2-23	1500
4-12	2-12	3500			

## 【0052】

その結果、表9に示すように特定量の塩素を含有する窒化系アルミニウム膜を最外層とし、特定組成の膜からなる内層を具える試料4-1～4-12、4-16～4-19、4-22、4-23は、潤滑性に優れると共に、優れた耐摩耗性を有することがわかる。

## 【0053】

また、表9に示す結果から、最外層は、 $0.03\mu\text{m}$ 以上、全体膜厚は $0.1\mu\text{m}$ 以上 $24\mu\text{m}$ 以下が好ましいことがわかる。更に、最外層は、内層の合計厚みの $1/2$ 以下が好ましいことがわかる。

## 【0054】

上記試料4-1～4-23の全てのドリルを切断し、最外層において、外周刃の刃先稜線部近傍で被削材と接触する箇所の面粗さを基準長さ $5\mu\text{m}$ で測定した結果、試料4-22を除くすべてのドリルが $R_{\text{max}}$ で $1.3\mu\text{m}$ 以下となっていたが、試料4-22は $R_{\text{max}}$ で $1.9\mu\text{m}$ であった。そこで、試料4-22について、試料2-22と同様に、最外層において外周刃の刃先稜線部近傍で被削材と接触する箇所を#1500のダイヤモンドペーストで研磨して、上記と同様の方法で研磨後の面粗さを測定したところ、 $R_{\text{max}}$ で $0.45\mu\text{m}$ となっていた。この研磨したドリルを用いて同じ切削条件で穴あけ加工を行った結果、加工数は4500となった。これは、刃先稜線部近傍において被削材と接触する箇所の凹凸が減り、切削抵抗が下がったためであると考えられる。また、試料4-1において同様に面粗さを測定したところ、 $R_{\text{max}}$ で $0.78\mu\text{m}$ であったが、上記と同様に方法で刃先を研磨し、再度穴あけ加工を行うと、加工数は5000となり、大幅に改善された。

## 【0055】

更に、上記試料4-1～4-23において、被覆層を構成する各膜の硬度を測定したところ、試料4-23を除く全てのチップで最外層の膜硬度が内層の少なくとも1膜よりも低くかったが、試料4-23は、最外層の膜硬度が内層の膜硬度よりも高かった。このため、試料4-23は、試料4-1～4-12と比較して切削性能が低下したと考えられる。

## 【0056】

上記試験では、ドライ加工にて行ったが、試料4-1～4-23と同様のドリルを用意し、切削条件のうち、穴深さを $40\text{mm}$ ( $L/D=5$ )、切削油：エアブローをウェット加工、ミスト加工に変えて穴あけ加工を行い、上記と同様に加工穴数を測定してみた。その結果、特定量の塩素を含有する窒化系アルミニウム膜を最外層とし、特定組成の膜からなる内層を具える試料は、潤滑性及び耐摩耗性に優れ、長寿命であった。

## 【0057】

(試験例2-3)

基材を下記に変えて、表5の試料2-2、2-13と同様の組成の被覆層を公知のPVD法にて形成した後、イオン注入法を用いて塩素を最外層に含有させた表面被覆ドリルを作製し、試

験例2-2と同様の切削条件(ドライ加工)で穴あけ加工(止まり穴)を実施した。いずれも被覆層は、切削に関与する部位に形成した。また、試料2-2の被覆層を形成した試料には、最外層の塩素の含有量を0.2原子%とした。

#### 1 高速度工具鋼製ドリル基材(ソリッドタイプ)

その結果、試料2-2の被覆層を具える表面被覆ドリルは、潤滑性に優れると共に、耐摩耗性に優れ、従来品である試料2-13の被覆層を具えるドリルと比較して、3倍以上の工具寿命が得られたことが確認できた。

#### 【産業上の利用可能性】

##### 【0058】

本発明表面被覆エンドミル、表面被覆ドリルは、特に、ドライ加工、深穴あけ加工、高溶着性材料の側面加工などといった刃先温度が高温となるような切削条件、溶着が生じ易い条件などで鋼材などの切削に適する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0059】

【図1】(A)は、エンドミルの概略を示す正面図、(B)はドリルの概略を示す正面図である。

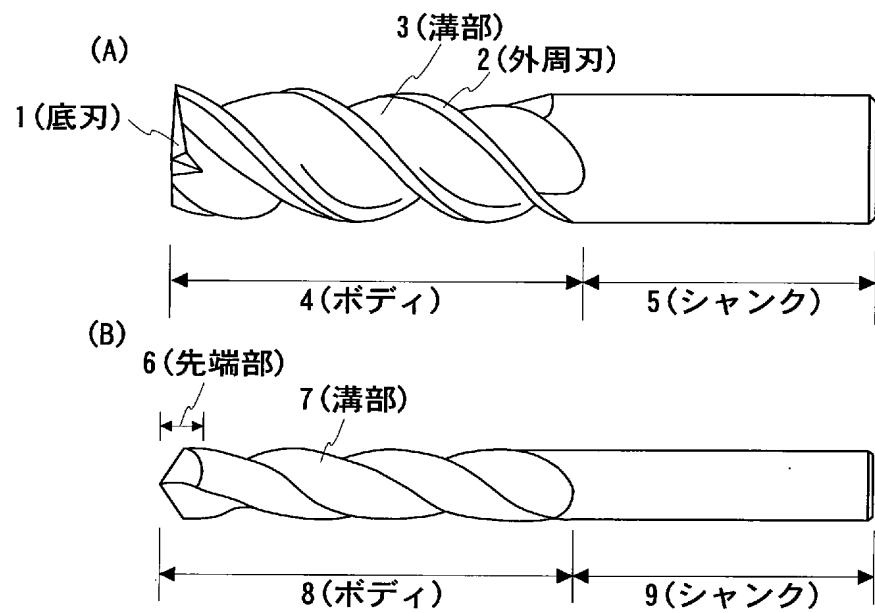
#### 【符号の説明】

##### 【0060】

1 底刃 2 外周刃 3, 7 溝部 4, 8 ボディ 5, 9 シャンク 6 先端部

【書類名】図面

【図 1】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 ドライ加工、深穴あけ加工などといった使用環境下であっても、優れた潤滑性を有して使用寿命が長い表面被覆エンドミル、表面被覆ドリルを提供する。

【解決手段】 基材表面に最外層と内層とからなる被覆層を具える表面被覆エンドミル、表面被覆ドリルである。内層は、周期律表IVa、Va、VIA族金属、Al、Si、Bの化合物からなる。最外層は、窒化アルミニウム又は炭窒化アルミニウムからなり、最外層中に塩素を0超0.5原子%以下含有する。

【選択図】 なし

出願人履歴

5 0 3 2 1 2 6 5 2

20030611

新規登録

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号

住友電工ハードメタル株式会社